AUS DER MEDIZINISCHEN UNIVERSITÄTSKLINIK BASEL
VORSTEHER: PROF. DR. R. STAEHELIN

METHODISCHES UND KASUISTISCHES ZUR SENKUNGSREAKTION

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON

KARL STÖCKLIN
MED. PRACT. AUS BASEL

VERLAGSBUCHHANDLUNG JULIUS SPRINGER IN BERLIN. 1926

Von der medizinischen Fakultät Basel
genehmigt auf Antrag von Professor Dr. R. Staehelin

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderabdruck aus
Zeitschrift für klinische Medizin, Bd. 104

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548825_0172

Jedem, der häufig Senkungsreaktionen angestellt hat, wird es selbstverständlich sein, daß die übliche Angabe des 1- und 2-Stundenwertes oder der Zeit, nach welcher eine bestimmte Marke passiert wird, den tatsächlichen Vorgang der Senkung nur in groben Zügen wiedergeben kann. Es sei nur an die Erscheinung erinnert, daß die Senkung in vielen Fällen anfänglich relativ langsam verläuft, um erst in späteren Abschnitten die maximale Senkungsgeschwindigkeit zu erreichen, ferner an die häufige Erscheinung, daß öfters die Grenze zwischen Plasma und Blutkörperchensäule während gewisser Zeitabschnitte der Senkung eine breite unscharfe Übergangszone darstellt. Es ist daher die Frage, ob durch genauere Beobachtung des Ablaufes der Senkung, unsere Kenntnis vom Wesen dieser Reaktion und ihrer Bedeutung nicht verbessert werden kann.

Die *Aufgabe* besteht also darin, zur Charakterisierung des Ablaufes einer Senkungsreaktion (S. R.) nach einer Darstellung zu suchen, die den Verlauf des Vorganges in allen Einzelheiten möglichst getreu wiedergibt. Der Wert einer genaueren Wiedergabe des Senkungsablaufes wird zunächst gezeigt an dem Einfluß, den die Zeit der Aufbewahrung des Blutes nach der Entnahme, die Art der gerinnungshemmenden Zusätze und die Temperatur auf die Reaktion hat. Sodann soll vor allem geprüft werden, welche Bedeutung der anfänglichen Verzögerung der Senkung und der diffusen Übergangszone zukommt und ob sich aus diesen Erscheinungen anhand eines größeren klinischen Materials diagnostische Hinweise ergeben.

Zur Methodik.

Daß der Verlauf der Senkungskurve nicht so einfach ist, wie man am Anfang annahm, ist schon öfter betont worden, und vor allem ist schon wiederholt auf die S-Form der Kurve hingewiesen worden[1]). Die übliche

[1]) *Rothe* hat den Senkungsvorgang daher in 3 Phasen eingeteilt, das Präagglutinationsstadium der langsamen Senkung, das Agglutinationsstadium, das wir eigentlich messen wollen und das Stadium der Sackung. (*Rothe*, Zur Theorie der Blutsenkung. Dtsch. med. Wochenschr. 1924, S. 44.)

Angabe des 1- und 2-Stundenwertes setzt aber einen linearen Verlauf im Anfang voraus, der erst später allmählich in den horizontalen Schenkel umbiegt. Wenn wir nun für die diagnostische Verwendung die S. R. möglichst vollständig ausnutzen wollen, so ist die Vorbedingung dafür die detaillierte Auswertung des Ablaufes der Senkung, und es fragt sich daher, wie wir den *Ablauf einer Senkung am besten darstellen* können.

Es kommen in Frage:

1. Die *graphische Darstellung*[1]) auf Grund möglichst häufiger Ablesungen. Ihr Vorteil ist die Anschaulichkeit, die Exaktheit der Wiedergabe des Vorganges. Aber alle bekannten Nachteile der graphischen Darstellung haften ihr auch an; vor allem ist eine statistische Verwertung ausgeschlossen.

Für wissenschaftliche Zwecke wäre eine objektive Aufzeichnung frei von Ablesungsfehlern mitunter erwünscht. Ein Versuch sei kurz beschrieben. Ein Kymographion mit vertikaler Axe wurde mit lichtempfindlichem Papier bespannt und durch einen darübergestülpten Kasten geschützt. Ein schmaler Spalt wurde freigelassen, vor dem dann ein Westergrensches Senkungsröhrchen aufgestellt wurde. Eine ca. 1 m entfernte Lichtquelle (50 Kerzen-Lampe) warf den Schatten der Erythrocytensäule auf das Papier bzw. belichtete das Papier durch die Plasmaschicht. Die Dauer der Gesamtregistrierung ist bekannt und daher die Abszisse auch definiert (2,6 mm/Min.).

Die S-Form kommt deutlich zum Ausdruck, und für gewisse Zwecke wird sich eine solche Darstellung empfehlen.

A priori käme für die Registrierung auch das Verfahren von *Wiegner*[2]) für Bodenanalysen in Frage, das vor allem die Ausschaltung der bei der Registrierung störenden oberen unscharfen Grenze erlauben würde. Außerdem wäre es auf diesem Wege möglich, die Unterschiede in der Größe der Agglomerate quantitativ zu verfolgen. Die geringen Unterschiede im spez. Gewicht der Erythrocyten und des Plasmas erschienen als Hindernis, so daß wir einstweilen von Versuchen in dieser Richtung abgesehen haben.

2. *Angabe der Senkung nach 1, 2 und 24 Stunden*, wie bei der Methode nach Westergren, ist wohl die am häufigsten gewählte Form, die den praktischen Anforderungen auch einstweilen genügen kann. Schon um nicht noch größere Verwirrung in die Literatur hineinzubringen, wie sie schon durch die zahlreichen Methoden bedingt ist, darf sie erst durch eine andere Darstellung ersetzt werden, wenn zwingende Gründe vorliegen.

---

[1]) *Peschel*, Eine Methode zur genauen kurvenmäßigen Darstellung der Blkp.-Senkungsgeschwindigkeit. Beitr. z. Klin. d. Tuberkul. **58**, 195. 1924. — *Berliner*, Technik und Verwertung der S.R. Klin. Wochenschr. 1925, Nr. 49, S. 2069.

[2]) *Gessner*, Der Wiegnersche Schlämmapparat und seine praktische Anwendung. Kolloid-Zeitschr. **38**, Heft 2. 1926.

Wenn man noch weiter vereinfachen will, so kann man ohne großen Schaden die 24-Stunden-Ablesung fortlassen, deren praktischer Wert vor allem in der Kenntnis der Höhe der Leukocytenschicht liegt[1]).

3. Man hat versucht, den *1- und 2-Stundenwert zu einem Mittel* zu verarbeiten, und *Katz*[2]) hat folgende Form vorgeschlagen:

$$\text{Mittlere Senkung} = \frac{a + \frac{b}{2}}{2}$$

(a = mm-Ablesung nach 1 Stunde, b = nach 2 Stunden.)

Diese Fassung kann nun wohl zufällige Fehler vermindern, aber nicht die systematischen, die darin bestehen, daß die Agglutination im Anfang noch nicht vollständig ist, woraus die S-Form der Kurven resultiert.

4. Eine weitere Möglichkeit ist schließlich die, daß man, wie bei der Methode von *Linzenmeier*[3]), die *Zeiten des Durchganges der oberen Grenze der Blutsäule durch willkürlich gewählte Marken* bestimmt. Auf den ersten Blick scheint dieser Weg sogar einen wesentlichen Vorteil zu bieten. Die nach Überschreiten der maximalen Senkungsgeschwindigkeit (max. S. G.) einsetzende Abflachung der Kurve ist ja bedingt durch Stauungen in der Erythrocytenmasse und setzt um so früher ein, je niedriger die Gesamtblutsäule gewählt wurde. Die Abflachung und der Zeitpunkt ihres Einsetzens ist also nicht durch die Senkung an sich bedingt, vielmehr etwas Zufälliges, das durch die Methode hineingetragen wird. Wählt man nun diese Marken so, daß in Anbetracht der Gesamthöhe der Blutsäule eine Stauung noch nicht möglich ist, so wäre anscheinend dadurch ein nicht unwesentlicher Fehler der Westergrenschen Methode beseitigt[4]).

Da aber praktisch die Registrierung der Zeit des Durchganges durch eine Marke beträchtliche Nachteile mit sich bringt, ist immerhin eine genauere Prüfung, ob der Einfluß der Stauung auf diese Weise ausgeschaltet werden kann, nötig. Wir werden darauf später zurückkommen.

5. Da die bisherigen Darstellungsformen der Senkung wissenschaftlichen Ansprüchen mithin nicht genügen können, müssen wir eine andere

[1]) *Neergaard*, Über die Bedeutung der S.R. der roten Blkp. für die Diagnostik der Lungentuberkulose mit einem Beitrag zur Theorie der S.R. Schweiz. med. Wochenschr. 1923, Nr. 49.

[2]) *Katz*, Die Senkung der roten Blkp. im Citratblut bei Lungentuberkulose. Zeitschr. f. Tuberkul. **35**, 401. 1922.

[3]) *Linzenmeier*, Untersuchungen über die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blkp. Arch. f. Gynäkol. **113**, 608. 1920.

[4]) *Linzenmeier* glaubt so mit seiner Methode den Senkungsvorgang gerade in dem Moment zu erfassen, wo die Beschleunigung eine gewisse Konstanz erreicht hat, während die Westergrensche Methode bei schnellerer Senkung für die erste Stunde zu kleine Werte gebe. Er verweist dabei auf die Einteilung des Senkungsvorganges nach *Rothe* (l. c.).

Form suchen. Was wollen wir nun in erster Linie durch die S. R. erfahren? Das ist doch entschieden die *maximale Senkungsgeschwindigkeit, die das betreffende Blut in irgendeinem Zeitpunkt erreicht hat*, unbeeinflußt durch künstliche Zeitabschnitte (1, 2 Stunden) oder künstlich gewählte Strecken. Das ist aber nichts anderes als die Tangente oder der Differentialquotient im steilsten Abschnitte der Senkungskurve. Da die Konstruktion der Tangente an die graphisch dargestellte Kurve nicht nur viel zu umständlich, sondern auch noch sehr ungenau ist, ist das Gegebene der *Differenzenquotient*, der sich zur Darstellung ähnlicher, auch S-förmiger Kurven, z. B. bei der potentiometrischen Titration[1]) schon ausgezeichnet bewährt hat.

Unter dem Differenzenquotient (D. Q.) ist in diesem Falle die während einer beliebig kurzen Zeitspanne zurückgelegte und auf die Zeiteinheit (1 Stunde) bezogene Strecke der Senkung zu verstehen. Lesen wir z. B. von einer Viertelstunde zur andern ab und rechnen die in jedem Zeitabschnitt zurückgelegte Strecke auf eine Stunde um, so ergibt sich nicht nur eine klare zahlenmäßige Darstellung des Senkungsverlaufes, sondern auch ohne weiteres die maximale, in diesem Falle erreichte Geschwindigkeit, d. h. der max. D. Q. Da nun diese maximale Geschwindigkeit beim einen Blut schon im Anfang, beim andern manchmal erst in der zweiten Stunde erreicht wird, da offenbar die Bildung der größtmöglichen Agglomerate verschieden lange Zeit beansprucht, was bei der graphischen Darstellung sich in der S-Form der Kurve ausdrückt, so läßt sich der Verlauf noch weiter präzisieren durch Angabe desjenigen Zeitabschnittes, in welchem die max. S. G. erreicht wurde, z. B.

$$\text{max. D. Q.} = 120 \text{ mm/h } 3./4$$

heißt, daß im 3. Zeitabschnitt bei $^1/_4$stündlicher Ablesung, also zwischen 30 und 45 Minuten nach Ansetzen der Senkung, die größte Senkungsgeschwindigkeit in diesem Falle erreicht wurde und dieselbe, auf die Stunde bezogen, 120 mm betrug.

Durch eine solche Darstellung ist der tatsächliche Vorgang trotz aller Einfachheit des Ausdruckes viel genauer wiedergegeben als durch Angabe von Mittelwerten, die nur dazu geeignet sind, wichtige, gesetzmäßige Einzelheiten zu verdecken.

Im übrigen ist für die folgenden Untersuchungen die Methode von *Westergren*[2]) benutzt worden. Die Blutentnahme erfolgte stets morgens nüchtern unter Vermeidung längerer Stauung, indem nur im Augenblick der Punktion kurz mit der Hand gestaut wurde. Bei der Aufstellung der Senkungsröhrchen wurde auf Temperatur und senkrechte Lage genau ge-

[1]) *Neergaard*, Bestimmung des molekular gelösten Silbers und seines Ionisationsgrades. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. **100**, 162. 1923.

[2]) *Westergren*, Die Senkungsreaktion. Ergebn. d. inn. Med. u. Kinderheilk. **26**, 577. 1924. Daselbst weitere Literatur.

achtet, weil schon durch geringe Schrägstellung nach *Berczeller* und *Wastl*[1]) große Fehler entstehen können.

Bei der Darstellung mit Hilfe des max. D. Q. bedarf ein Punkt noch der Erörterung. Auch bei den Westergrenschen Röhrchen ist ja die Höhe der Blutsäule mit 20 cm noch eine beschränkte, und es ist daher nicht sicher, ob nicht die max. S. G. in vielen Fällen schon durch die bald beginnende Stauung beeinträchtigt wird. Es ist daher zu untersuchen, bei wieviel Millimetern, bzw. bei welchem Bruchteil der Gesamthöhe der Blutsäule die Stauung beginnt. Die Ablesung hätte sich dann auf den obersten, von Stauung freien Bezirk zu beschränken. Nimmt man an, daß das Überschreiten des max. D. Q. gleichbedeutend ist mit dem Beginn der Stauung, dann ließe sich mit Hilfe des max. D. Q. feststellen, in welcher Höhe die Stauung gewöhnlich beginnt. Betrachtet man aber die Beziehung zwischen max. D. Q. und der Höhe, in der derselbe auftritt, so zeigt sich eine außerordentlich große Verschiedenheit. Bei langsam senkendem Blut läßt die Geschwindigkeit der Senkung schon nach den ersten 10 oder 20 mm, d. h. bei $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ der Gesamthöhe nach, während bei rascher senkendem die größte Geschwindigkeit erst bei 60 und mehr mm erreicht wird.

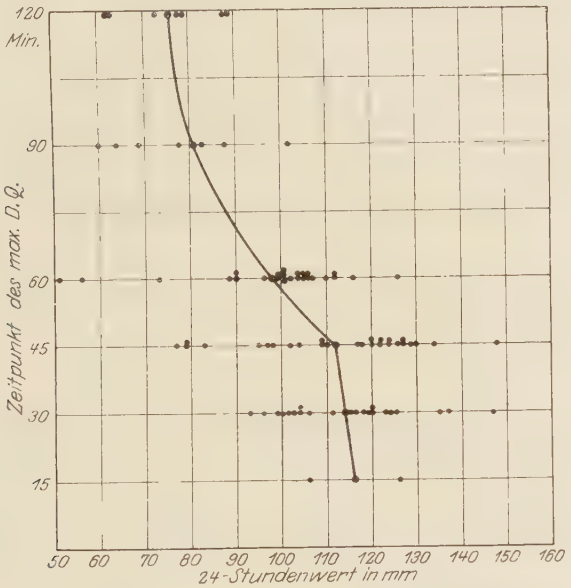
Wenn man schon bei 10 mm eine beginnende Stauung annehmen will, so wäre das nur möglich, wenn die gegenseitige Behinderung der Agglomerate bei rasch senkendem, also stark agglutiniertem Blut geringer wäre. Da nun der 24-Stundenwert bei gleichem Erythrocytenvolum umso höher ist, je größer die S. G., d. h. je fester die Agglomerate waren, so muß bei hohen 24-Stundenwerten die größte S. G. erst nach längeren Senkungsstrecken eintreten. Das ist auch der Fall.

Eine allgemein gültige Zone, in der eine gegenseitige Hemmung der Agglomerate nicht eintritt, existiert nicht. Die Beschränkung der Ablesung auf einen bestimmten Bruchteil der Gesamthöhe hat daher keinen Zweck, und die Ablesung nach festen Marken, wie bei der Linzenmeierschen Methode, würde daher keine Verbesserung der Westergrenschen darstellen. Auch wenn wir die Höhe der Blutsäule noch wesentlich größer wählen würden als Westergren, wäre innerhalb praktisch zulässiger Längen der Röhrchen eine Ausschaltung der Stauung nicht zu erwarten.

So ist auch bei der 18 mm-Marke der Linzenmeierschen Röhrchen schon in vielen Fällen der Einfluß der Stauung bemerkbar. Bezieht man nämlich nach *Linzenmeier* die Strecken, bei denen die Ablesung vorgenommen wird, auf die Gesamthöhe der Blutsäule, so entspricht die 18 mm-Marke bei einer Gesamthöhe von 50 mm einer Senkungsstrecke von 72 mm bei den Westergrenschen Röhrchen. Da bei diesen die Beeinträchtigung der Senkung durch die Stauung, wie wir sahen, oft schon bei 10 oder 20 mm

[1]) *Berczeller* und *Wastl*, Die Wirkung der Blutgase auf die Senkung der roten Blkp. Biochem. Zeitschr. **143**, 236. 1923.

beginnt, ist klar, daß sie auch bei den Linzenmeier-Röhrchen, und zwar bei den meisten Blutproben schon lange vor der 18 mm-Marke hemmend wirkt. Der Unterschied ist nur der, daß bei der 1-Stunden-Ablesung von *Westergren* vor allem die sehr rasch senkenden Blutproben zu kleine Werte geben, während umgekehrt bei der Linzenmeierschen Methode gerade die langsam und mittelrasch senkenden Blutproben, bei denen wir auf eine gute Differenzierung klinisch besonderen Wert legen müssen, zu niedrig ausfallen. So lag bei 120 Fällen die maximale Senkungsgeschwindigkeit 117 mal innerhalb von 70 mm, also auf die Linzenmeierschen Röhrchen bezogen innerhalb der 18 mm-Marke.



Kurve 1. Zeitpunkt des max. D. Q. (Ordinate) in Abhängigkeit vom 24-Stundenwert (Abszisse). Die Mittelwerte sind durch die Kurve verbunden.

Je kleiner die Agglomerate sind, um so eher wird nach kurzer Senkungsstrecke eine gegenseitige Behinderung eintreten, aber zeitlich wird der Beginn dieser Hemmung relativ spät eintreten. Bei großen Agglomeraten wird die Stauung dagegen nach längeren Senkungsstrecken, aber wegen der raschen Senkung, was schon *Berliner* (l. c.) bemerkt, zeitlich früher sich zeigen. Der Zeitpunkt der größten S. G. ist daher die Resultante zweier sich kreuzender Einflüsse.

Die Beziehung zwischen Zeitpunkt des max. D. Q. und Raschheit der Senkung, ausgedrückt durch den 24-Stundenwert, wird durch eine fast hyperbolisch verlaufende, von links oben bogenförmig abfallende Kurve (1)

dargestellt. Bei 45 Minuten biegt sie unter dem Einfluß der zweiten Komponente steil nach unten ab. Die Kurve der zweiten Komponente allein, d. h. bei langsamer Senkung tritt schon nach kurzer Senkungsstrecke eine gegenseitige Hemmung auf — würde von links unten nach rechts oben verlaufen. Der letztere Faktor scheint durchschnittlich bei ca. 45 Minuten an Bedeutung zu verlieren. Die starke Streuung zeigt, daß noch mannigfaltige andere Einflüsse mitspielen. Immerhin ist der 45-Minutenwert am Knie der Kurve durch das Mittel aus 27 Einzelwerten gut fundiert.

Einige Beispiele mögen zeigen, wie anders eine Senkung durch den D. Q. dargestellt wird, als durch den 1- und 2-Stundenwert.

Fall 52. Senkung nach 1 Stunde 109 mm; Senkung nach 2 Stunden 132 mm. Der geringe Zuwachs von 23 mm in der 2. Stunde zeigt, daß zu dieser Zeit schon starke gegenseitige Hemmung der Agglomerate im Spiele ist. Nach *Katz* ergibt sich ein mittlerer Senkungswert von 88 mm, d. h. die zufällig durch die Länge der gewählten Blutsäule bewirkte Stauung in der 2. Stunde fälscht auch noch den Wert der ersten. Der D. Q. ergibt bei viertelstündlicher Ablesung eine max. S.G. von 160 mm, und zwar tritt dieselbe in der 2. Viertelstunde ein (max. D.Q. = 160 mm/h 2./4). Die wirkliche größte S.G. war also das Anderthalbfache des durch den 1-Stundenwert Angegebenen und fast das Doppelte vom Mittelwert nach *Katz*.

Fall 61. Senkung nach 1 Stunde 22 mm; Senkung nach 2 Stunden 48 mm, also Mittelwert 23 und max. D.Q. 36 mm/h 4./4. Selbst bei dieser relativ langsamen Senkung erhalten wir durch die bisherigen Bezeichnungen ein absolut falsches Urteil vom wirklichen Verlauf.

Zusammenfassend ist daher für die Darstellung der Senkung zu empfehlen:

a) für praktische Zwecke der Einfachheit halber die Angabe des 1- und 2-Stundenwertes, wobei die größere in einer Stunde zurückgelegte Strecke maßgebend ist.

b) für wissenschaftliche Zwecke die Angabe des maximalen Differenzenquotienten mit gleichzeitiger Angabe des Zeitabschnittes, in dem die größte S. G. auftrat.

Einfluß von Aufbewahrungszeit, Gerinnungshemmung, Temperatur und Plasmaviscosität auf den Differenzenquotienten.

Die genauere Darstellung des Senkungsverlaufes, die durch den D. Q. ermöglicht wird, läßt es angezeigt erscheinen, einige der wesentlichen Einflüsse, welche die Senkung verändern können, auf diese Art eingehender zu untersuchen.

Bei der praktischen Anwendung der S. R. bringen es die Verhältnisse mit sich, daß das entnommene Blut manchmal längere Zeit stehen muß, bis die Senkung angesetzt werden kann. Veränderungen der S. G. durch die *Zeit der Aufbewahrung*[1]) werden vor allem dann wesentliche Fehler

[1]) *Korács*, Der Wert der Senkungsreaktion der roten Blkp. bei inneren Erkrankungen. Dtsch. med. Wochenschr. 1923, Nr. 24, S. 785.

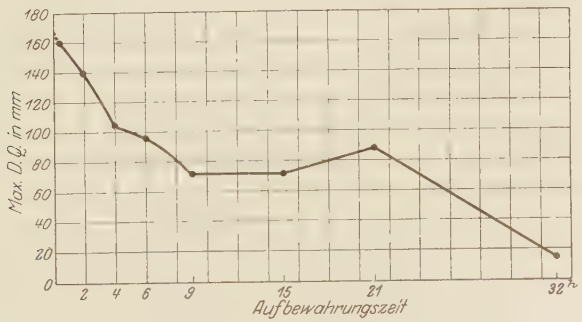
bedingen, wenn es sich um relativ geringe Veränderungen der S. G. im Verlaufe der gleichen Krankheit handelt.

Es wurde absichtlich rasch senkendes Blut genommen, um größere Ausschläge zu erhalten. Als gerinnungshemmender Zusatz wurde das Blut im Verhältnis 1 : 4 mit isotonischer, 3,8 proz. Na-Citratlösung (purissimum Merck) versetzt und vor jedem Ansetzen einer neuen Probe 6 mal durch langsames Umkehren des Aufbewahrungsgefäßes (nicht Schütteln) gemischt. Senkung und Aufbewahrung erfolgten bei 22° C.

Tab. 1 zeigt die D. Q. und damit den Senkungsverlauf bei jeder Probe. Schon nach 2 Stunden zeigt sich eine deutliche Abnahme der S. G.

Tabelle 1. *Einfluß der Aufbewahrungszeit auf das Verhalten der D. Q. und das zeitliche Auftreten des max. D.Q. bei Citrat.*

Aufbewahrungszeit	1-Stunden-wert (mm)	2-Stunden-wert (mm)	Differenzenquotienten (mm)					
			1. $/_4$ h	2. $/_4$ h	3. $/_4$ h	4. $/_4$ h	5.-6. $/_4$ h	7.-8. $/_4$ h
20 Minuten	109	132	120	**160**	88	68	32	14
2 Stunden	90	129	**140**	68	**124**	28	**50**	28
4 „	78	122	**104**	64	**80**	64	54	34
6 „	83	120	64	**96**	88	84	47	27
9 „	63	104	44	**72**	64	**72**	52	29
15 „	64	108	44	**72**	**72**	68	52	36
21 „	70	107	60	**88**	56	**76**	40	33
32 „	10	24	8	8	10	12	13	**15**



Kurve 2. Veränderung des max. D. Q. (Ordinate) durch längere Aufbewahrung (Abszisse) von Citratblut bei 22° C.

Wie Kurve 2 zeigt, dauert der rasche Abfall bis etwa zur 9. Stunde, dann bleibt die max. S. G. ungefähr konstant bis zur 15. Stunde. Dann tritt ein leichter Anstieg bis zu 21 Stunden ein und darauf ein zweiter rascher Abfall zu normalen Senkungswerten. Die Extrapolation nach dem Anfangspunkt zeigt, daß unter Umständen vom Beginn einer Senkung an schon ein Nachlassen der Wirksamkeit der Agglutinine festzustellen ist. Dieser Vorgang überlagert die eigentliche Senkung und kann

sie nicht unwesentlich modifizieren. In einer Stunde ließ z. B. die S. G. durch Zerstörung der Autoagglutinine schon um 7,5% nach. So wird das Nachlassen der S. G. nach Überschreiten des max. D. Q. nicht nur durch die gegenseitige Hemmung der Agglomerate, die Stauung, bedingt, sondern außerdem durch die Verminderung der Agglutination infolge der Zeit. Durch dieses Zusammenwirken wird der max. D. Q. etwas früher eintreten als den mechanischen Verhältnissen allein entspricht.

Die max. S. G. wird am Anfang in der zweiten, nach 2 und 4 Stunden in der ersten Viertelstunde erreicht, um nachher wieder bei zunehmend langsamerer Senkung nach rechts zu rücken. Mit Vorbehalt dürfte die anfängliche Linksverschiebung dafür sprechen, daß das Maximum der Agglutination erreicht ist, und die größte Senkung daher sofort nach Ansetzen des Versuches eintreten kann. Die Rechtsverschiebung nach längerem Stehen hängt wohl mit dem allmählichen Nachlassen der Agglutininwirkung zusammen.

Hervorzuheben ist auch noch, daß zeitweise zwei Maxima der S. G. auftreten. Da ein Grund für diese eigenartige Erscheinung in der Senkung an sich nicht zu finden war, tauchte die Frage auf, ob evtl. der *gerinnungshemmende Zusatz*, in diesem Falle das Na-Citrat, einen solchen Einfluß ausüben könnte. Es wurden daher Versuche mit anderen gerinnungshemmenden Faktoren gemacht.

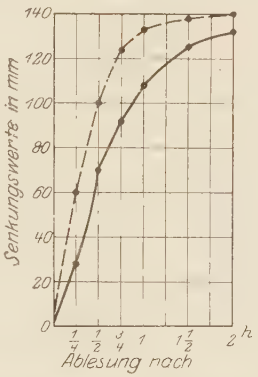
Es wurde einmal *Citratblut* verglichen mit dem gleichen Blut, das mit *Hirudin* ungerinnbar gemacht worden war, und ein anderes Mal Citratblut und genuines Blut in paraffinierten Röhrchen. Gerade die Gerinnungshemmung durch *Paraffin* erscheint besonders wichtig, weil wir so die Senkung unbeeinflußt durch irgendwelche chemische Substanzen verfolgen können. Wenn weder Paraffinierung noch Aufbewahrung bei 37° C. die rasche Zerstörung der Agglutinine verhindert, so muß man annehmen, daß auch im Organismus diese Zerstörung vor sich geht, und eine längere Zeit bestehende rasche Senkung eine dauernde starke Nachlieferung von Agglutininen voraussetzt.

Tabelle 2. *Der Einfluß der Aufbewahrungszeit auf die Größe und das zeitliche Auftreten des max. D. Q. bei Hirudinblut.*

Aufbewahrungszeit	1-Stunden-wert mm	2-Stunden-wert mm	Differenzenquotienten (mm) 1./4 h	2./4 h	3./4 h	4./4 h	5.-6./4 h	7.-8./4 h
20 Minuten	133	140	**240**	160	94	38	11	3
2 Stunden	132	141	**200**	172	92	62	15	4
4 „	127	141	144	**192**	104	68	22	6
6 „	123	140	128	**172**	116	76	27	7
9 „	111	135	80	**168**	124	70	39	10
15 „	89	127	52	**124**	108	72	47	29
21 „	90	124	80	**120**	96	64	48	20
32 „	46	74	16	40	**76**	52	34	22

Beim Vergleich von Citratblut mit Hirudinblut ergeben sich schon wichtige Unterschiede. Ein zweites Maximum der S. G. bei längerer Aufbewahrung wurde nicht beobachtet. Trotzdem die Menge der Erythrocyten eine größere war, und daher eine langsamere Senkung zu erwarten gewesen wäre — die Hirudinlösung wurde nur im Verhältnis 0,5 : 9,5 ccm Blut, statt wie bei Citrat 2 : 8 zugesetzt —, war die Senkung bedeutend rascher, und der max. D. Q. betrug im Anfang 240 mm statt 160 mm beim Citratblut.

Dabei ist die max. S. G. schon gleich im Anfang in der ersten Viertelstunde zu beobachten, während beim Citratblut das Maximum anfänglich in der zweiten Viertelstunde erreicht wurde. Dementsprechend zeigt die Hirudinkurve bei graphischer Darstellung keine S-Form. (Siehe Kurve 3.)



Kurve 3. Vergleich der Senkung desselben Blutes bei Gerinnungshemmung durch Citrat (— —) und Hirudin (– – –). Temp. 22° C. Senkung sofort nach Blutentnahme angesetzt. Ordinate = Senkungsstrecke. Abszisse = Zeit.

Auch beim Hirudinblut läßt beim Stehen bei 22° C. die max. S. G. nach, aber kontinuierlich ohne erneuten Anstieg. Auch der starke Abfall bei längerem Stehen verschwindet. Es zeigen sich also grundlegende Unterschiede zwischen Hirudin- und Citratkurven.

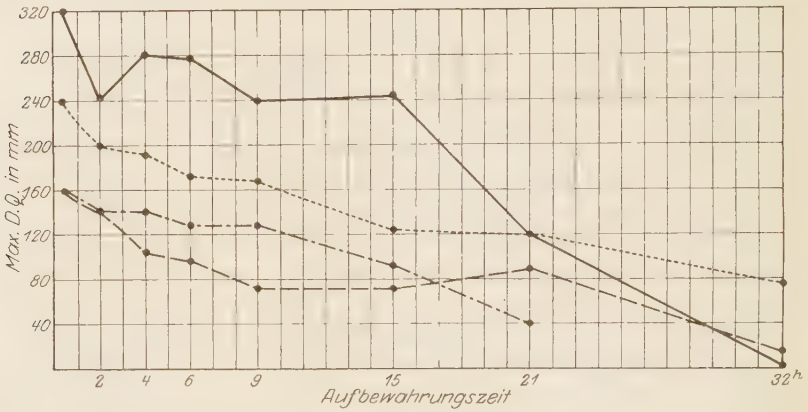
Auch beim Paraffinblut ist die max. S. G., trotzdem gar keine Verdünnung vorgenommen wurde, wesentlich höher (104) als beim Citratblut (76). Die S-Form ist bei beiden deutlich vorhanden, bei Paraffin aber etwas stärker. Eine Abnahme der Agglutinine beim Stehen konnte nicht untersucht werden, weil nach $1^1/_2$ Stunden das Blut geronnen war. Ein zweites Maximum der S. G. war auch hier nicht vorhanden, und es scheint, daß dies eine Eigentümlichkeit des Citrats ist. Das Citrat hemmt also die Senkung, und die Agglutinine verlieren rascher an Wirksamkeit.

Da der Citratzusatz den Ablauf der Senkung in recht komplizierter Weise beeinflußt, schien es wünschenswert, auch den Einfluß der *Temperatur*[1]) auf die Citratkurve mit Hilfe des D. Q. näher zu prüfen.

Das gleiche rasch senkende Citratblut (109 mm nach der 1. Stunde, 132 mm nach 2 Stunden) wurde parallel in der Eiskammer bei 1° C., bei Zimmertemperatur (22° C.) und bei Körpertemperatur (37° C.) aufbewahrt und die Senkung verfolgt.

[1]) *Noltze*, Die Senkungsgeschw. der roten Blkp. bei der infekt. Anämie der Pferde als Diagnosticum. Monatsh. f. prakt. Tierheilk. **32**, 481. 1921. *Seki*, Experimentelle Untersuchungen zur Frage von dem Wesen der Senkungsgeschw. der Blkp. Bioch. Ztschr. **143**, 365. 1923.

Während bei der ersten nach der Blutentnahme angesetzten Probe die max. S. G. bei Körper- und Zimmertemperatur die gleiche ist (siehe Kurve 4), wird sie in der Kälte auf das Doppelte erhöht, und zwar von 160 auf 320 mm pro Stunde. Das Nachlassen der S. G. durch das Stehen ist bei Körpertemperatur geringer und hält sich bis zur 9. Stunde ungefähr auf dem gleichen Niveau. Von da an tritt aber ein starker und kontinuierlicher Abfall ein. Die S-Form verschwindet, gemessen am Zeitpunkt des max. D. Q., nach 2 Stunden, um nach 9 Stunden wieder stärker hervorzutreten, ähnlich wie bei Zimmertemperatur.



Kurve 4. Veränderung des max. D. Q. (Ordinate) von Citratblut (——— = 0° C; — — — = 22° C; • — • — • — = 37° C) und Hirudinblut (---------- = 22° C) bei verschiedener Aufbewahrungszeit (Abszisse).

In der Kälte läßt nach 2 Stunden die max. S. G. etwas nach, steigt bei 4 Stunden wieder, um dann dauernd, wenn auch etwas unregelmäßig, zu fallen. 15 Stunden nach der Blutentnahme ist die max. S. G. noch 244 mm/h und fällt dann rasch auf normale, ja unternormale Werte von 4 mm nach 32 Stunden. Die Vermutung liegt nahe, daß die starke Erhöhung der S. G. in der Kälte durch die Begünstigung der Adsorption der Agglutinine infolge der Kälte zustande kommt.

Verfolgt man das Verhalten des D. Q. in der *ersten* Viertelstunde bei verschiedener Aufbewahrungszeit (Kurve 5), so zeigt sich in der Kälte ein eigenartig *rhythmisches* Verhalten. Von 320 mm sinkt der D. Q. im Verlauf der ersten 4 Stunden auf 96, steigt dann wieder bis zur 9. Stunde auf 220, fällt darauf rasch bis zur 15. Stunde, worauf von neuem ein leichter Anstieg erfolgt. Bei höherer Temperatur sind diese Schwingungen nur schwach angedeutet.

Eigenartig ist dabei, daß 17 Stunden nach der Blutentnahme die S. G. in der *ersten* Viertelstunde die gleiche ist bei Hirudinblut, wie bei den bei verschiedenen Temperaturen aufbewahrten Citratproben. Ob dieser

Erscheinung eine Gesetzmäßigkeit innewohnt, die evtl. sich für die Auffindung konstanter Versuchsbedingungen nützlich erweisen wird, läßt sich auf Grund dieses Versuches natürlich noch nicht sagen.

Das Maximum der Senkung trat in der Kälte anfangs sofort, später in der 2. Viertelstunde auf, während bei Körpertemperatur umgekehrt das Maximum im Anfang in die 2. Viertelstunde und nachher in die erste Viertelstunde fiel.

Die hier gefundene Beschleunigung der Senkung durch die Kälte steht im Widerspruch zu den Angaben von *Josefowicz*[1]) und *Neergaard*[2]). Die

Kurve 5. D. Q. der *ersten* Viertelstunde (Ordinate) bei verschiedener Aufbewahrungszeit (Abszisse).

0° ———
Citratblut 22° – – – – Hirudinblut 22° ---------
37° – · – · –

Differenz ist vielleicht bedingt durch die verschiedene Behandlung des Blutes. Während in unserem Fall das Blut direkt in Eis gekühltem Gefäß, bzw. auf Körpertemperatur erwärtem aufgefangen und dauernd aufbewahrt wurde, ist das Blut in den zitierten Versuchen bei Zimmertemperatur aufgefangen, aufbewahrt und erst nach einiger Zeit, während der Senkung selbst, der Kälte bzw. Wärme ausgesetzt worden. Bei einer Kontrolle in dieser Richtung wurde stark senkendes Blut (1 Std. = 125 mm, 2 Std. = 136 mm) bei drei Varianten der Temperatur untersucht. Eine Probe wurde in Eis aufgefangen und bei 1° C. die Senkung verfolgt, eine zweite Probe bei 20° C. aufbewahrt und bei 1° beobachtet, eine dritte Probe bei 20° aufbewahrt und beobachtet. Dieses Mal war die Senkung nach 1 und 4 Stunden die größte bei der 20°-Probe, am ge-

[1]) *Josefowicz*, Über Fehlerquellen bei der Bestimmung der Senkungsgeschwindigkeit der roten Blkp. Med. Klinik 1922, Nr. 40, S. 1288.

[2]) *Neergaard*, Schweiz. med. Wochenschr. 1923, Nr. 49.

ringsten bei warm aufbewahrtem, kalt verfolgtem Citratblut, während die zweite ganz in der Kälte behandelte Probe in der Mitte stand.

Tabelle 3. *Das Verhalten des max. D. Q. bei verschiedenen Temperaturen und verschiedener Aufbewahrungszeit. Citratblut.*

Temperaturen C°			Max. Differenzenquotienten (mm)	
a	b	c	Aufbewahrung 1h	Aufbewahrung 4h
20°	20°	20°	232	208
0°	0°	1°	180	160
20°	20°	1°	156	78

a = Temperatur bei der Entnahme,
b = Temperatur während der Aufbewahrung,
c = Temperatur während der Senkung.

Bei allen drei Proben läßt die Senkung mit der Aufbewahrung wieder nach. Die wechselnde Reaktion gegenüber der Temperatur bei unseren Versuchen — wie sie sich auch bei *Sekis* Untersuchungen zeigte — trotz sonst genau gleicher Technik, ist auffallend und spricht dafür, daß noch unbekannte Faktoren bei diesem Verhalten eine Rolle spielen. Trotzdem der Art des Auffangens und der Aufbewahrung, abgesehen von der Temperatur während der Senkung selbst entschieden ein Einfluß zukommt, ist der Widerspruch so nicht zu erklären. Die Reaktion der Senkung auf verschiedene Temperaturen bedarf daher weiterer eingehender Untersuchungen, die den Rahmen der vorliegenden Aufgabe überschreiten würden.

Parallelgehend mit diesen Temperaturversuchen wurde die *Viscosität*[1]) im Citratplasma bei Aufbewahrung bei 22° C. verfolgt. Der Gedanke dabei war, daß evtl. die Veränderung der Senkung infolge der Aufbewahrung durch eine Änderung der Viscosität bedingt sein könnte. Die Viscosität spielt dabei nicht nur eine Rolle im Rahmen der Stokesschen Formel, sondern auch durch Veränderung der Klebekraft der Plasmakolloide, die ja zur Erklärung der Autoagglutination mit herangezogen worden ist.

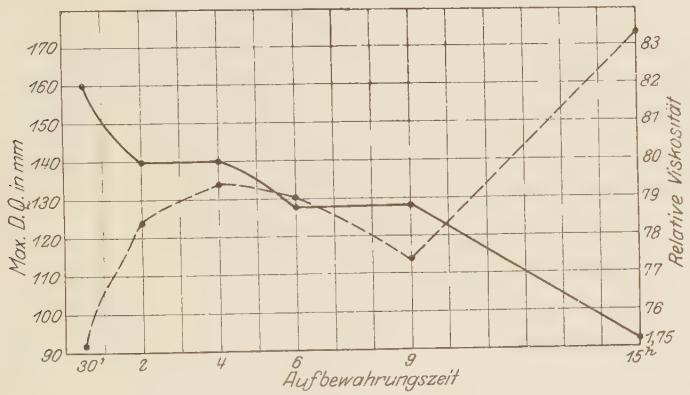
Die Viscosität des Citratplasmas wurde mit dem Viscosimeter von *Hess* (großes Laboratoriumsmodell mit Wassermantel [Temp. 23° C.] und konstantem, mittels Manometer kontrolliertem Druck von 25 cm Hg) gemessen. Denn bei der hier nötigen Genauigkeit muß die Temperatur und der Druck nach *Rothlin* sorgfältig eingehalten werden.

Trägt man in ein Koordinatensystem (s. Kurve 6,) die max. D. Q. nach verschieden langer Aufbewahrungszeit ein und darüber die gleichzeitig gemessenen Plasmaviscositäten, so scheint eine Beziehung deutlich vorhanden zu sein derart, daß zu rascher Senkung, im Gegensatz

[1]) *Oettingen*, Beiträge zur Frage der Senkungsgeschwindigkeit der roten Blkp. im menschlichen Blute. Biochem. Zeitschr. **118**, 67. 1921.

zu *Krüger*[1]) eine niedere Viscosität, und umgekehrt zu langsamer Senkung eine hohe Viscosität gehört.

Diese Beziehung ist also gleichsinnig mit derjenigen, die zwischen diesen Größen im Stokesschen Gesetz besteht. Da aber die Veränderung der Viscosität nur 4,5% beträgt, während die S. G. sich um 42,5% verändert, ist eine direkte Abhängigkeit im Sinne der Stokesschen Formel nicht gut möglich, eher ein Zusammenhang der Plasmaviscosität mit den Agglutininen.



Kurve 6. Reziprokes Verhalten von max. D. Q. (————) und relativer Plasmaviscosität (– – – –) (Ordinaten) bei längerer Aufbewahrung (Abszisse).

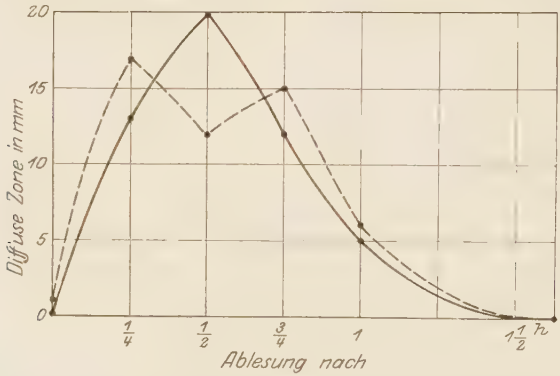
Bedeutung der diffusen Grenze.

Eine sehr eigenartige Erscheinung bei der Senkung ist die diffuse Grenze[2]) zwischen Plasma und Erythrocytensäule. Während beim einen Blut von Anfang an die Grenze auf Bruchteile eines Millimeters genau definiert ist, kann man in anderen Fällen im größten Zweifel sein, wie die Senkung abzulesen sei, denn die diffuse Zone kann viele Millimeter breit sein. Bei sehr rascher Senkung sieht man mitunter von bloßem Auge die großen Agglomerate sich senken, während die kleinen von der entgegengesetzten Strömung des Plasmas hinaufgerissen werden. So wird der Unterschied zwischen großen und kleinen Agglomeraten — auf diesem Unterschied beruht ja die diffuse Grenze — sekundär noch durch die aufwärts gerichtete Plasmaströmung vergrößert. Warum sich aber in einem Fall fast nur gleich große Agglomerate bilden und im anderen Fall solche verschiedenster Größe, ist damit natürlich noch nicht gesagt.

[1]) *Krüger*, Beiträge zur Frage der Senkungsgeschwindigkeit der Er. Zeitschr. f. Biol. **79**, 77. 1923.

[2]) *Engel*, Unscharfe Grenze bei der Sedimentierung der Er. im Citratblut und im nativen Zustand im U-Röhrchen. Wien. Arch. f. inn. Med. **9**, 45. 1924. — *Berczeller* und *Wastl*, Über die Sedimentierung von Suspensionen und die Senkung der Erythrocyten. Bioch. Zeitschr. **140**, 368. 1923.

Es wurde daher untersucht, ob zwischen der unscharfen Grenze und der Aufbewahrungszeit eine Beziehung bestehe. Bei einem rasch senkenden Blut (1- und 2-Stundenwert 109 bzw. 132 mm) war die diffuse Zone am größten nach einer halben Stunde, wenn das Blut sofort nach der Punktion angesetzt wurde. Nach der ersten halben Stunde nahm die Breite der Zone erst rasch, dann langsamer ab. Bei ihrer größten Entwicklung war sie 20 mm hoch. Nach 2 Stunden Aufbewahrung zeigte das gleiche Blut ein ganz anderes Bild. Die größte Breite von 17 mm fand sich schon nach einer Viertelstunde, ging dann nach einer weiteren Viertelstunde auf 12 mm zurück, um nach Dreiviertelstunden wieder auf 15 mm zu steigen. Darauf folgte ein starker Abfall nach einer Stunde auf 6 mm und nachher ein allmähliches Schwinden. Die Erscheinung klang also wie ein rhythmischer Vorgang allmählich in Schwingungen aus.



Kurve 7. Größe der diffusen Zone (Ordinate) in Beziehung zur Senkungszeit (Abszisse) bei Ansetzen der Senkung sofort (————) und nach 2 Stunden (– – – –) nach der Blutentnahme. Citratblut. Temp. 22° C.

In einem anderen näher untersuchten Fall zeigte sich das gleiche Verhalten. Auf eine ähnliche rhythmische Erscheinung wurde schon oben hingewiesen.

Die diffuse Zone wurde auch beobachtet bei den Versuchen über den Einfluß der Temperatur. Bei 21° und 37° C. wurde die größte Breite nach einer halben Stunde, und zwar gleichzeitig mit dem größten D. Q. beobachtet. Bei 2° C. war die diffuse Zone am größten nach der ersten Viertelstunde, auch wieder gleichzeitig mit dem größten beobachteten D. Q. Die Senkungsgeschwindigkeit war, wie wir sahen, in der Kälte wesentlich erhöht, und gleichsinnig war auch die diffuse Grenze verbreitert. Es scheint also zwischen dem D. Q. und der Größe der diffusen Zone eine enge Beziehung zu bestehen, da beide Kurven parallel gehen.

Zur Kasuistik.

Wie früher beim Fieber, so handelt es sich jetzt bei der S. R. darum, durch möglichst eingehende kasuistische Untersuchungen immer genauere diagnostische Schlüsse aus der S. R. zu ziehen. Dabei ist es nötig, auch auf Einzelheiten des Senkungsablaufes, wie die oben besprochene diffuse Grenze, den Zeitpunkt des max. D. Q. usw. zu achten. Es wurde daher versucht, zwischen diesen Einzelerscheinungen des Senkungsablaufes und bestimmten Krankheiten Beziehungen zu finden.

Was zunächst die *unscharfe Grenze* anbetrifft, so trat sie bei 115 Fällen 61 mal auf, d. h. in 53% der Fälle. Bei 19 von diesen 61 Fällen = 31% fällt das Maximum der unscharfen Zone mit dem max. D. Q. genau zusammen. Bei weiteren 32 Fällen = 53% ist die diffuse Grenze während mehrerer Zeitabschnitte gleich groß, und die max. S. G. fällt wenigstens in irgendeinen dieser Zeitabschnitte. Bei 84% ist daher ein Parallelismus vorhanden. Bei 10 Fällen = 16% fällt dagegen das Maximum der unscharfen Zone mit der größten S. G. nicht zusammen.

Berechnet man von den 61 Fällen mit diffuser Grenze den durchschnittlichen max. D. Q., so ergibt sich 75 mm/h, mit den Grenzwerten 22—200. Bei 54 Fällen mit scharfer Grenze ergab sich dagegen ein durchschnittlicher max. D. Q. von 17,5 mm/h und den Grenzwerten 2—60. Wenn die starke Streuung und Überschneidung beider Gruppen auch noch auf andere wichtige Faktoren hinweist, so tritt die Tatsache, daß im allgemeinen die diffuse Grenze mit rascher Senkung zunimmt, doch deutlich hervor. Auch *Linzenmeier* sah diese Erscheinung bei manchen Fällen rasch senkenden Blutes[1]).

Diesem Parallelismus entspricht der Befund, daß bei einer diffusen Zone, die größer ist als 3 mm, dieselbe in der ersten halben Stunde auftritt. Ferner wird beim Hirudinblut, entsprechend dem rascheren Ablauf der Senkung, auch das Maximum der unscharfen Zone mehr an den Beginn der Senkung verschoben.

Mit der Zeit nach der Blutentnahme nimmt mit der S. G. auch die Größe der diffusen Zone ab.

Beziehungen zwischen der diffusen Grenze und der Art der Erkrankung scheinen nach unserem Material nicht zu bestehen.

Wenn dieser Zusammenhang zwischen S. G. und diffuser Grenze bei der gewöhnlichen Art der Ablesung nicht zu bestehen scheint, und die unscharfe Zone daher als etwas Besonderes auffällt, so rührt das daher, daß die 1- und 2-Stundenablesung den Ablauf der Senkung bei weitem nicht so genau wiederzugeben vermag, wie der D. Q. bei Ablesung in kürzeren Intervallen. *In der Mehrzahl der Fälle scheint vielmehr die diffuse Zone*

[1]) *Linzenmeier* im Handbuch Halban und Seitz: Biologie und Pathologie des Weibes. Urban & Schwarzenberg.

von der momentanen S. G. abzuhängen, und eine besondere diagnostische Bedeutung kommt ihr nicht zu.

Wir haben weiter versucht, für den Zeitpunkt, in dem der max. D. Q. auftritt, eine Beziehung zu finden. Bei der gewöhnlichen 1- und 2-Stundenablesung ist manchmal die Senkung in der ersten Stunde größer, manchmal in der zweiten, d. h. die S-Form, die anfängliche Hemmung, scheint ziemlich wahllos verteilt zu sein. Ordnet man nun die Fälle nach dem Zeitabschnitt, in dem die max. S. G. aufgetreten ist, so finden die Diagnosen sich in den einzelnen Gruppen so regellos verteilt, daß ein *Zusammenhang zwischen Art der Erkrankung und Zeitpunkt des max. D. Q. nicht festgestellt werden kann.*

Es wurde daher untersucht, ob zwischen dem Zeitpunkt, in dem die max. S. G. auftritt und der Größe dieser maximalen Geschwindigkeit im Mittel ein Zusammenhang besteht. Ein solcher besteht nun tatsächlich, wie Tab. 4 zeigt.

Tabelle 4. *Die Abhängigkeit des zeitlichen Auftretens des max. D. Q. von der max. S. G.*

Zeitpunkt des max. D. Q.	Anzahl der beobachteten Fälle	Max. Differenzenquotient (mm)	
		Errechnetes Mittel	Grenzwerte
1./4 h	2	116	106—126
2./4 h	18	114	93—147
3./4 h	28	112	77—130
4./4 h	26	98	46—126
5.—6./4 h	27	81	52—102
7.—8./4 h	7	76	62—89

Je größer im Durchschnitt die max. S. G. ist, umso früher tritt dieselbe gewöhnlich auch auf. Besonders merkwürdig ist, daß von der 2. Viertelstunde an der Durchschnitt der max. D. Q. von einer Viertelstunde zur anderen immer um ungefähr die Hälfte heruntergeht. (1. Viertelstunde = 116; 2. = 111; 3 = 62; 4. = 32; 5.—8. = $15^1/_2$ mm.)

Auch zwischen der S-Form der Kurve und der Art der Erkrankung scheint also keine diagnostisch brauchbare Beziehung zu bestehen.

Da zwischen *Körpertemperatur* und S. G. ein gewisser Zusammenhang besteht, wenn auch vielleicht nur derart, daß beide der sekundäre Ausdruck einer Grundstörung im Zellchemismus sind, so ist doch für die diagnostische Auswertung von größter Bedeutung, wie weit ein Parallelismus besteht und wie weit daher eine sorgfältige Temperaturmessung die Anstellung der S. R. überflüssig macht. Es wurde daher gleichzeitig mit der Blutentnahme die Körpertemperatur gemessen. Tab. 5 zeigt die Beziehung zwischen beiden Größen.

Tabelle 5. *Beziehung zwischen Körpertemperatur und max. D. Q.*

Körpertemperatur C°	Anzahl der Fälle	Max. Differenzenquotient (mm)	
		Mittelwerte	Grenzwerte
35,6—36,0	10	36,3	11—76
36,1—36,5	59	37,3	4—172
36,6—37,0	24	56,3	4—148
37,1—37,5	12	58,5	2—136
37,6—38,0	6	95,3	12—200
38,1—38,5	3	80,7	22—124
38,6—39,0	1	72	--
39,1—40,0	1	100	—

Die Streuung ist eine sehr große und zeigt, wieviel häufiger, als man gewöhnlich meint, trotz normaler Körpertemperatur die Senkung stark erhöht ist und, wenn auch seltener, umgekehrt. Die eine Untersuchung kann also die andere nicht ersetzen.

Zusammenfassung.

1. Für wissenschaftliche Zwecke ist die Angabe des Differenzenquotienten, d. h. die maximale Senkungsgeschwindigkeit, die in irgendeinem Abschnitt des Senkungsverlaufes auftrat, bezogen auf eine Stunde, diejenige Form der Wiedergabe, welche den tatsächlichen Ablauf am besten darstellt. Auch für praktische Zwecke ist der Differenzenquotient dann, wenn es sich um die Erkennung feiner Unterschiede handelt, etwa bei der fortlaufenden Untersuchung der S. R. und ihrer Schwankungen, ein exakterer Ausdruck der Reaktion, während für gewöhnliche praktische Zwecke die Westergrensche Ablesung genügt. Vervollständigt wird die Charakteristik des Senkungsablaufes durch Angabe des Zeitabschnittes, in dem die maximale Senkungsgeschwindigkeit eingetreten ist. Der 1- und 2-Stundenwert kann oft ein ganz anderes Bild, das der Wirklichkeit nicht entspricht, vortäuschen.

2. Die gegenseitige Hemmung der sinkenden Agglomerate tritt zeitlich um so früher ein, je größer die Agglomerate sind, und zeitlich um so später, je kleiner sie sind. Dagegen beginnt bei kleinen Agglomeraten die gegenseitige Behinderung schon in den obersten Abschnitten des Röhrchens. Einen oberen Teil des Senkungsröhrchens, in dem eine Ablesung der freien Senkung, unbeeinflußt durch die gegenseitige Behinderung der Teilchen möglich wäre, gibt es nicht. Die Angabe des Zeitpunktes, in welchem die obere Blutkörperchengrenze bestimmte Strecken durchmißt, hat daher keine Vorteile gegenüber der reinen Westergrenschen Methode.

3. Die Zeit der Aufbewahrung nach der Blutentnahme hat eine größere Bedeutung, als ihr meistens zuerkannt wird, da von Anfang an die Wirk-

samkeit der Autoagglutinine nachläßt. Um vergleichbare Werte zu bekommen, muß daher immer zur selben Zeit nach der Blutentnahme die Reaktion angesetzt werden.

4. Der Vergleich der Senkung bei Gerinnungshemmung durch Citrat, Hirudin und paraffinierte Röhrchen zeigt bedeutende Unterschiede und vor allem eine beträchtliche Hemmung durch den Citratzusatz. Auch die Abnahme der Senkungsgeschwindigkeit durch die Aufbewahrung ist beim Citrat am größten.

5. Die Aufbewahrung des Blutes bei verschiedenen Temperaturen zeigt in unseren Versuchen im Gegensatz zu früheren Angaben zum Teil eine starke Beschleunigung der Senkung durch Kälte.

6. Das Nachlassen der Senkung bei der Aufbewahrung in der Kälte zeigt einen eigenartig rhythmischen Ablauf.

7. Beim Aufbewahren des Blutes zeigt sich eine reziproke Beziehung zwischen Plasmaviscosität und maximaler Senkungsgeschwindigkeit.

8. Die in vielen Fällen beobachtete unscharfe Grenze zwischen Plasma und Blutkörperchensäule ist vor allem abhängig von dem maximalen Differenzenquotienten und tritt gleichzeitig mit ihm auf.

9. Ein Zusammenhang zwischen Größe der unscharfen Zone und bestimmten Krankheiten besteht nicht, sondern sie scheint vor allem von der maximalen Senkungsgeschwindigkeit abzuhängen.

10. Die maximale Senkungsgeschwindigkeit tritt in manchen Fällen früher, bei anderen später auf, d. h. die Kurve ist mehr oder weniger S-förmig gebogen. Auch hier zeigt sich kein Zusammenhang mit bestimmten Krankheiten, sondern wieder eine Abhängigkeit von der maximalen Senkungsgeschwindigkeit.

11. Zwischen Körpertemperatur und Größe der Senkungsgeschwindigkeit besteht nur in groben Zügen ein Parallelismus, so daß im einzelnen Fall häufig sehr große Abweichungen sich finden, die keinen Schluß von dem einen Symptom auf das andere gestatten.

12. Versuche photographischer Registrierung führten zu keinem vollständig befriedigenden Resultat.

Herrn Prof. *R. Staehelin* spreche ich für die Überlassung des Materials und Herrn Priv.-Doz. Dr. *K. v. Neergaard*, auf dessen Anregung und unter dessen Leitung die Arbeit durchgeführt wurde, meinen besten Dank aus.